

自锚管接口球墨铸铁管技术在宁波至杭州湾新区引水工程中的应用

顾新刚

上海勘测设计研究院有限公司 上海 200434

摘要: 宁波至杭州湾新区引水工程为解决镇墩及周围管线安全问题采用自锚式接口球墨铸铁管技术, 自锚式接口球墨铸铁管连接既是柔性连接, 同时又具备刚性连接的特点。该管的管口连接处能够将轴向力相互传递, 通过该段管线与周围土壤所产生的摩擦力, 有效的用来抵消轴向和径向产生的应力, 克服了普通铸铁管容易脱落的缺点, 减少弯管段镇墩的使用。

关键词: 自锚管; 接口; 球墨铸铁管; 引水工程; 应用

Application of nodular cast iron pipe technology with self-anchored pipe interface in water diversion project from Ningbo to Hangzhou Bay New Area

Xingang Gu

Shanghai Survey, Design and Research Institute Co., Ltd. Shanghai 200434

Abstract: To solve the safety problem of the pier and the surrounding pipeline adopts the self-anchor interface ductile iron pipe technology, the self-anchor interface ductile iron pipe connection is both flexible, but also has the characteristics of a rigid connection. The pipe junction of the pipe can pass the axial force to each other, through the friction force generated by the pipeline and the surrounding soil, effectively is used to offset the axial and radial stress, overcome the disadvantage of ordinary cast iron pipe easy to fall off, and reduce the use of curved pipe pier.

Keywords: self-anchored pipe; interface; nodular cast iron pipe; water diversion engineering; application

宁波至杭州湾新区引水工程位于浙江省宁波市中北部, 输水线路起始于宁波市海曙区, 向宁波杭州湾新区和慈溪市调配原水。^[1]该工程水资源配水量为8000万m³/年, 同时预留远景年市区北部水厂配水需求。输水主线总长69.2km, 其中主线隧洞长28.8km, 管道长40.4km。本工程输水沿线设置大头岩岗调节站、慈溪调节站和杭州湾调节站三座水力调节枢纽; 设置江北水口、慈溪分水口、浒山书库分水口共三个分口; 输水沿线管道直径DN2.0m~1.4m分区域设置。管道段采用埋管、顶管, 管桥、倒虹吸等方式穿越沿线区域, 沿线布设一定数量的检修、排水、进气、进人阀井及流量计井。

本工程土建IV标段管线总长8.3KM。本标段位于慈溪市境内, 工程主体为引水管道, 管道管材主要选用

ND1400球墨铸铁管, 倒虹吸及顶管内的连接管采用钢管。

一、水文及地质情况

本工程处甬江流域属亚热带季风气候区, 四季分明、气候温和湿润、雨量丰沛。多年平均气温16.5℃, 最热月7月为27.5℃~28.3℃, 最冷月1月为4.0℃~5.4℃; 流域年平均日照数1800~2000h; 年平均无霜期230~240d; 常年最多风向为东北风、北风和东南风; 平均相对湿度81%; 平均水汽压17.1hPa。

本工程引水管道地面标高▽3.0m~▽5.0m左右, 直接开挖埋管段埋深约▽2.0m~▽3.0m左右, 基本在①层黏土、①3层淤泥质黏土、②1层粉质黏土、②2层粉土中穿行, 地基土工程性能一般。

二、问题提出

引水工程本标段埋管段原设计采用球墨铸铁材质，弯头处设C20砼镇墩，NH1+127.1~NH5+358.1桩号段内的埋管长度3089m。按照原施工图设计，本次需调整标段内的弯头数量有14个，转弯角度分别为5°弯头3个、11.25°弯头5个、22.5°弯头2个、45°弯头4个。根据平面布置及地下管线资料，弯头处与电力管、燃气管或给水管有冲突。根据实地放样情况，镇墩处开挖面积较大，需迁移大量既有埋地管线。

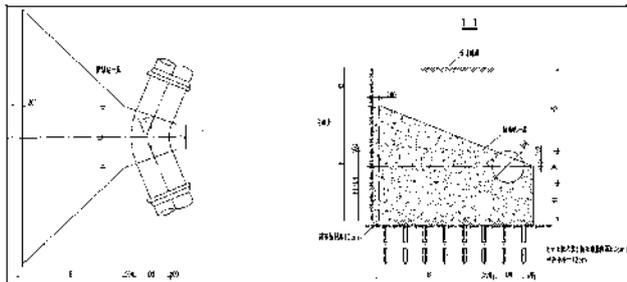


图1 球墨铸铁弯头镇墩大样图

因引水管线沟槽开挖深度较大(3.5m~4.5m)，距离管线较近距离范围的管线在引水管线施工期间也存在较大风险，镇墩无法实施。为确保相邻管线安全且需满足引水管道弯管段轴向受力的平衡，应采用更经济有效的替代方案。

三、自锚管接口球墨铸铁管技术

自锚管接口球墨铸管自锚接口是利用前后两排刚性挡块提供可靠的防滑脱能力，同时前后排挡块仓环向的滑动使接口具有较大柔性；承口内设计有密封腔和挡块仓两个环形腔，密封腔安装XT2密封胶圈，挡块仓安装自锚组件，自锚件由挡块A、挡块B、支撑胶圈和插口焊环组成。压力管线在拐弯、三通等处产生的轴向推力使接口处的承接口组件产生相对位移。^[2]相比普通球墨铸铁管T型接口自锚管接口插口端轴向应力通过焊环、挡环、压兰、连接螺栓传递给承口，从而实现了轴向应力的传递，使接口具备防脱能力。当形成约束连接一定长度的管道与周围土壤的摩擦力超过管道内部产生的轴向力时，就能保证管道的安全运行，从而避免砌筑混凝土支墩(镇墩)。

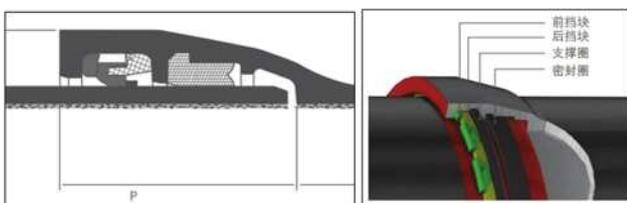


图2 自锚接口球墨铸铁管接口结构示意图

根据柔性接口需要设置支墩的位置产生的内应力，再结合管线埋深、土壤密度、试验压力、弯头度数几管道口径等参数计算弯头推力和抗推力，同时考虑一定的安全系数，从而确定自锚式接口的连接长度。为保证弯头运行过程中的稳定要求，弯头两侧接一定长度的平直自锚管道。

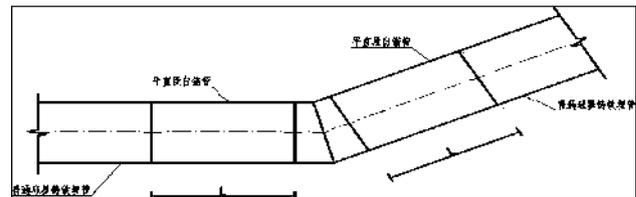


图3 自锚管平面布置图

本引水工程各参数设计取值：管道覆土厚度为1.2m、设计压力为1.05MPa、土体摩擦系数为0.25(淤泥质土)。经计算弯管段两侧自锚接口球墨铸铁管连接长度 $L = S_p \cdot (P \cdot A / 1000) \cdot \tan(\theta / 2) / (F_r + 1/2 \cdot R_s)$ 本引水工程平直自锚管道长度结果见表1。

表1 平直管道单侧长度表

管径/mm	弯头大小/°	单侧平直段长度/m
De1420	5	6
	11.25	12
	22.5	18
	45	72

四、自锚管接口球墨铸铁管现场施工质量控制措施

自锚管接口球墨铸铁管道安装程序为：清理承插口→挡块安装→清理胶圈→上胶圈→下管(排管)→在插口外表和胶圈上刷润滑剂→顶推管子使之插入承口→自锚管接头连接→检查→水压试验。在铸铁管运至施工现场后，待基础垫层施工完毕后即可进行管道安装。施工安装时采用吊车将铸铁管从运输车上吊至管沟内。吊装时，采用尼龙吊带或罩胶钢丝绳。起吊和放下时的速度不宜太快，做到小心轻放，避免摔跌、碰撞管道。管道安装施工前，应用钢丝刷、绵纱布等仔细将承口内腔和插口端外表面的泥沙及其它异物清理干净，不得含有泥沙、油污及其它异物。压兰和挡环沿管道插口推入，越过止推焊环，管道接口清理干净后，将随管配套的胶圈



清理干净并捏成心脏形或“8”字形安放在承口内。顶推管子使之插入承口、依次将挡环和压兰推向止推焊环,当挡环接触到止推焊环时,挡环楔形一侧嵌入压兰中,另一侧与止推焊环接触。调整压兰与管道之间的间隙,使沿管道周围的挡环与焊环的接触均匀。管道回填土时,应防止管道中心线位移或损坏管道,管道两侧用人工同步回填直至管顶500mm以上,在管顶以上500mm之内,不得回填大于100mm的土块及杂物。

五、管道水压试验

管道进行水压实验是引水管道安装质量控制的重要环节,管道水压试验应统一指挥,明确分工,对后背、支墩、接口、排气阀等都应规定专人负责检查,并明确规定发现问题时的联络信号。

4.1 试压管段长度不大于1.0km,当管道长度大于1.0km时,应分段试压。管道接口完成后,用短管甲、短管乙及盲板将试压管段两端及三通处封闭,试压管段除接口外填土至管顶以上50cm并夯实。做好后背及闸阀、三通等管件加固。

4.2 试压管道段的所有阀门打开,不得采用阀门作堵板,不得有排气阀等附件,应制作两端堵头及靠背千斤顶(按推力吨位配置),端头堵板必须能承受试验压力。

4.3 强度试验恒压15min,当15min后,球墨铸铁管压力降数值不大于0.03MPa时,钢管压力降数值为0时,将试验压力降至工作压力保持恒压30min,进行外观检查若无漏水现象,则水压试验合格。由于钢管和球墨铸铁管交替使用,如钢管与球墨铸铁管组合试压时,其强度试验宜按钢管标准进行。

4.4 管道升压时,管道内的气体应排尽,升压过程中,当发现压力表针摆动较大,不稳,应重新排气后再按10%逐级升压;水压实验应逐步升压,每次升压以0.2MPa为宜,每次升压以后,稳压检查没有问题时再继续升压,试压情况作好记录。

4.5 水压实验时,后背、支撑、管端等附近不得站人,检查应在停止升压时进行。

六、结束语

宁波至杭州湾新区引水工程土建IV标段球墨铸铁弯管段原设计需要设置镇墩,根据现场地质土层地质条件较差及周围管线复杂情况,将该桩号段埋管的弯头及镇墩改为自锚口接管形式后,管道整体性稳定变强,能够有效的抵消轴向和径向产生的应力,克服了普通铸铁管容易脱落的缺点;特别适应软土地基沉降量大,同时可保障管道耐腐蚀性要求,且具有良好的可拆卸性。^[1]自锚式接口球墨铸铁管在宁波至杭州湾新区引水工程中成功的应用,解决了引水工程弯管段软土地基及周边管线复杂很难设置镇墩的情况,该段管线经压力试验打压合格,且后期管道适应能力强,给供水运行稳定性提供了良好的保障。

参考文献:

- [1]董凌云.球墨铸铁管安装施工技术分析.文化科学,2020-04.
- [2]李楚虎,严小玲.球墨铸铁管施工方案.建筑设计及理论,2019-04.
- [3]李庆辉,刘建明.探索提高球墨铸铁管安装效率.市政工程,2020-09.